

Bezpośrednio opalany generator pary dla „zielonych tuneli”

■ Daniel Rafter, Kraft Curing Systems GmbH, Niemcy

Po otrzymaniu kontraktu na wyprodukowanie i dostarczenie segmentów betonowych dla trzech tuneli budowanych metodą wykopu otwartego, z których najdłuższy składa się z ponad 5 000 pojedynczych elementów, firma Sateba UK z siedzibą w Derbyshire zwróciła się do Kraft Curing Systems GmbH o dostarczenie unikalnego rozwiązania. Celem było skrócenie cykli produkcyjnych poprzez przyspieszenie dojrzewania prefabrykowanych segmentów tunelowych o nietypowym kształcie. Dwuetapowy cykl pielęgnacji betonu pozwala na szybkie przywrócenie form do użytku, zapewniając jednocześnie, że przyrost wytrzymałości elementów może być kontrolowany przez dłuższy czas, zgodnie z rygorystycznymi normami wytrzymałości i jakości.

Ze względu na napięty harmonogram, firma Sateba nie mogła zjechać z betonowaniem, aż indywidualnie zaprojektowana hala produkcyjna o długości 150 m zostanie ukończona. Pod koniec 2021 r. ukończono tymczasowy zewnętrzny obszar betonowania z dziesięcioma formami ustawionymi w linii. Wraz ze zbliżającym się okresem mroźnej zimy potrzebny był system, który pozwoliłby na skrócenie cykli produkcyjnych, a tym samym utrzymanie wydajności betonowania bez uszczerbku dla jakości gotowych elementów. Firma Kraft zasugerowała, że najlepszą metodą pod względem efektywności i kosztów inwestycji jest wykorzystanie pary wytwarzanej przez sprawdzony, bezpośrednio opalany generator Kraft. Bezpośrednio

opalany generator wytwarza mieszkankę pary wodnej, produktów spalania i gorącego powietrza, co stwarza idealne warunki dojrzewania elementów betonowych. Bez odprowadzania spalin praktycznie cała energia cieplna wytwarzana w procesie spalania może być wykorzystana w procesie dojrzewania betonu. To ekologiczna para wodna dla ekologicznych tuneli.

Opis projektu

Po ustawieniu form w tymczasowym obszarze betonowania nadszedł czas, aby zespół Kraft zajął się montażem elementów mechanicznych i instalacji elektrycznej. Pomimo napiętego harmonogramu firma Kraft była w stanie dostarczyć kompletne rozwiązanie do pielęgnacji parą wodną, w tym kontenerowy generator pary, przewody rozprowadzające parę, dyfuzory pary, rozsuwane namioty, a także innowacyjny system AutoCure do zarządzania cyklem dojrzewania. Klient końcowy wymagał dwuetapowej pielęgnacji elementów betonowych: pierwsza faza dojrzewania miała umożliwić szybkie rozformowanie elementów, natomiast druga miała zapewnić stabilne, ciepłe i wilgotne warunki dojrzewania przez okres do 48 godzin, a następnie kontrolowaną fazę schładzania. Pierwsza faza dojrzewania odbywa się przy użyciu dostarczonych przez firmę Kraft plandek, z elementami nadal znajdującymi się w formach oraz z wykorzystaniem utajonego ciepła kondensacji pośrednio ogrzewającego elementy betonowe przez metalową



Po zamontowaniu „zielonych tuneli”, wykop jest zasypywany, a następnie sadzone są nowe drzewa i krzewy w celu zintegrowania tunelu z otaczającym krajobrazem, by zapewnić łączność między siedliskami dzikiej przyrody wzdłuż tunelu.



THE PRECAST SHOW®

Feb. 5-7, 2025
Indianapolis



Visit ThePrecastShow.org or scan for more information.

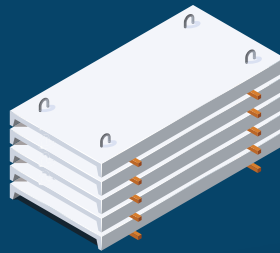
Precast People. Concrete Connections.

Join us at The Precast Show, the premier industry event where more than 5,000 concrete professionals in precast, prestressed, masonry and hardscapes come together. Explore the forefront of the manufactured concrete industry, where you'll find cutting-edge products, innovative solutions and the latest technologies. Don't miss your chance to network, learn and grow where business truly happens.

- Huge Trade Show Floor
- Onsite Education Courses
- Industry Awards
- Live Product Presentations
- Local Plant Tours
- Participating Association Committee & Board Meetings

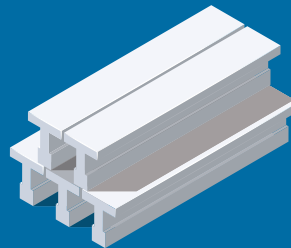
PRECAST

Experience the unmatched quality, consistency and efficiency of precast concrete and the manufacturers and suppliers that keep our infrastructure strong and reliable.



PRESTRESSED

Discover the products and businesses behind the unparalleled strength and load-bearing capacities of prestressed concrete solutions.



MASONRY & HARDSCAPES

Explore the showcase of innovative equipment and materials used to manufacture the diverse shapes and aesthetics of segmental concrete products used in resilient pavement and structures.





Zewnętrzny tymczasowy obszar betonowania pozwolił klientowi dotrzymać harmonogramu realizacji projektu w oczekiwaniu na ukończenie docelowej hali produkcyjnej.

formę. W pierwszej fazie dojrzewania zgodnie z wymaganiami miała być utrzymywana temperatura 50 - 55 stopni Celsjusza przez około 12 godzin, przy wzroście temperatury o około 10 - 15 stopni Celsjusza na godzinę.

Po zakończeniu pierwszego dojrzewania plandeka jest usuwana, forma jest otwierana, a element rozformowywany. Wciąż gorący element może zostać przetransportowany do obszaru wtórnego dojrzewania w celu dalszej pielęgnacji termicznej. Tym razem pielęgnacja parą miała odbywać się wewnątrz rozsuwanych namiotów Kraft. Te przypominające namioty konstrukcje składają się do 30% swojej całkowitej długości, aby umożliwić umieszczenie elementów betonowych za pomocą suwnicy.

Drugi etap dojrzewania trwa około 40 - 48 godzin i ponownie odbywa się w temperaturze 50 - 55 stopni Celsjusza. Kon-



Jeden z pięciu rozsuwanych namiotów początkowo dostarczonych do tymczasowego obszaru betonowania na zewnątrz budowanej hali. Namioty można było szybko zdemontować i przenieść do docelowego budynku po jego ukończeniu. Kolejne dziesięć namiotów zostało dostarczonych w ramach drugiego etapu dostawy.

trolowana faza schładzania ma na celu stopniowe obniżanie temperatury elementów do temperatury otoczenia bez ryzyka szoku termicznego. Po zakończeniu drugiego etapu dojrzewania elementy mogą zostać przeniesione do magazynu.

Wiosną 2022 r. nowa, docelowa hala produkcyjna była bliska ukończenia. Nowe formy zostały już dostarczone i są montowane w nowym budynku. Gdy betonowanie/pielęgnacja elementów została tymczasowo wstrzymana, firma Kraft powróciła na miejsce, aby rozpocząć demontaż zewnętrznego obszaru betonowania i przetransportować wszystkie materiały do nowego budynku, który znajdował się w pobliżu. Konstrukcja rur rozprowadzających parę została wcześniej przygotowana tak, że każdy odcinek dotychczasowego rurociągu miał już wyznaczoną pozycję w nowym budynku. Osłony izolacyjne również zostały częściowo zdemontowane i przeniesione do środka. W ramach drugiego etapu montażu konieczne było rozbudowanie systemu pielęgnacji elementów betonowych. Kolejnych dziesięć namiotów, a także dodatkowe zawory pary, rurociągi i czujniki zostały dostarczone w celu uzupełnienia sprzętu i materiałów dostarczonych w ramach pierwszego etapu. Firma Kraft zapewniła w ramach kontraktu kompleksowy montaż, prowadzony pod nadzorem kierownika projektu przez dziesięciu inżynierów i dwóch elektryków, co zapewniło szybkie zakończenie przebudowy.

Dystrybucja pary i sterowanie systemem

Niezależnie od tego, czy dojrzewanie odbywa się na zewnątrz czy wewnątrz pomieszczeń, ważnym czynnikiem w każdym systemie kontrolowanej pielęgnacji elementów betonowych jest stała temperatura. Inżynierowie firmy Kraft musieli pracować ramię w ramię z producentami form i klientem, aby opracować optymalny układ rozprowadzania pary. Ponieważ para jest gorąca i ma tendencję do unoszenia się, powinna być wprowadzana do komory dojrzewania jak najbliżej poziomu posadzki, aby jak najlepiej wykorzystać jej energię cieplną.



Pierwsza faza pielęgnacji parą wodną w docelowym zakładzie - dzięki kanałom technicznym posadzka hali jest pozbawiona przeszkód. Para jest zawsze dostarczana na poziomie posadzki, bezpośrednio pod formą, co zapewnia stałą temperaturę.



Zdjęcia pokazują, jak starannie przemyślany układ przewodów wtapia się w obszar produkcji, by nie zakłócać codziennych czynności w zakładzie.

W głównym obszarze betonowania wykorzystuje się kilka kształtów form i w każdym przypadku należało zapewnić indywidualne rozwiązanie, ale ogólnie koncepcja polegała na zastosowaniu wielu mniejszych rur dyfuzyjnych do dostarczania pary na całej długości formy bezpośrednio pod jej konstrukcją. Dzięki temu rury nie przeszkadzają podczas betonowania.

Wewnątrz rozsuwanych namiotów dystrybucję pary zapewniają trzy elastyczne węże o średnicy 2½ cala, które można umieścić w dowolnym miejscu. Specjalne cylindryczne dyfuzory zapewniają poziome rozprowadzanie pary po posadzce w układzie promieniowym od wylotu węża.

Pomimo dużej liczby przewodów wymaganych do dostarczania pary do tak dużego obszaru produkcyjnego z ponad 40 indywidualnymi punktami użytkowania, rury nie są dominującym elementem w obszarze produkcyjnym. Pośrodku hali produkcyjnej znajdują się kratowe słupy podporowe i ta zazwyczaj nieużyteczna przestrzeń okazała się idealnym miejscem do umieszczenia 8-calowej, izolowanej, głównej rury generatora pary. W rurociągach zaprojektowano kilka przejść i mostów dla pojazdów, aby umożliwić swobodny ruch między częściami budynku. Wszystkie zawory sterowania parą zostały zamontowane na głównej linii, z dala od obszaru roboczego i wszelkich działań suwnicy. 6-calowe rury rozgałęźne, które dostarczają parę do każdej strefy grzewczej (namiotu lub

MADE IN JAPAN

Formy i akcesoria do prefabrykacji betonu

- 53 lata doświadczenia
- Eksport do 20 krajów
- Rdzeń wewnętrzny składany jednym ruchem ręki
- Formy dostosowane do indywidualnych potrzeb klienta
- Wodoszczelne



TOYOTA FORMS

Molds for Precast Concrete

AJP+ Joanna Janasek Rehlich

Adres: ul. Gryniów 11/20

62-020 Swarzędz

Tel.: +48 693 53 99 11

Kontakt: Pawel Rehlich

E-mail: pawel_rehlich@interia.pl





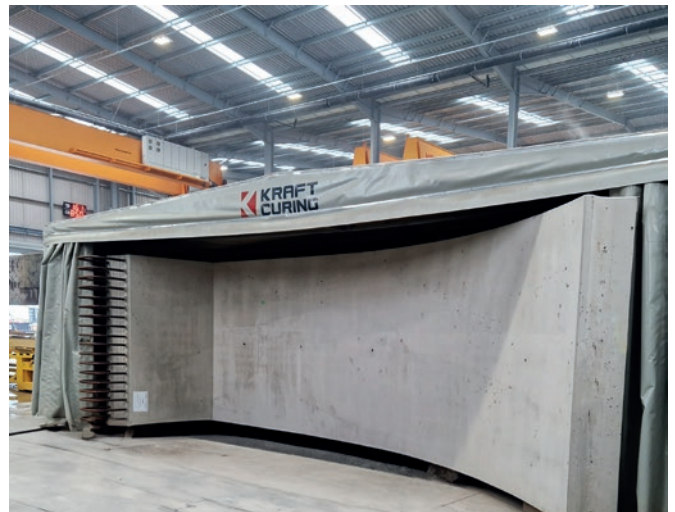
Rozsuwane namioty wewnątrz drugiego obszaru dojrzewania. W każdym namiocie mieszczą się po dwa elementy betonowe.

formy), zostały umieszczone w kanałach i zakryte wytrzymałymi pokrywami. W skrócie, cały system rozprowadzania pary został zaprojektowany tak, aby miał jak najmniejszy wpływ na codzienne czynności w zakładzie. Ważną kwestią była też izolacja rurociągów, by zapobiec stratom ciepła, które mogłyby prowadzić do skraplania się pary wodnej i jej straty. Cała instalacja rurowa jest izolowana wełną mineralną o grubości 80 mm i pokryta ocynkowanym płaszczem. Automatyczne spusty kondensatu usuwają skropliny z rurociągu.

Oprócz odpowiedniej konstrukcji przewodów rurowych wymagano kontrolowanego dostarczania pary. Firma Kraft dostarczyła firmie Sateba UK kompleksowe oprogramowanie do sterowania procesem dojrzewania o nazwie AutoCure. System AutoCure i sterownik PLC mierzy temperaturę betonu bezpośrednio za pomocą czujnika temperatury PT100, który jest przykręcony do formy. Czujnik na tyle wystaje do wnętrza formy, że umożliwia bezpośredni odczyt temperatury z powierzchni betonu.

Rzeczywista wartość temperatury jest odczytywana bezpośrednio przez sterownik PLC, który z kolei dostarcza sygnał sterujący do automatycznych zaworów pary. Automatyczne zawory otwierają lub zamykają dopływ pary do poszczególnych form, regulując temperaturę betonu.

Program AutoCure steruje procesem pielęgnacji w oparciu o wcześniej zdefiniowaną krzywą dojrzewania. W celu uzyskania wymaganej krzywej klient wprowadza czas i temperaturę. Zgodnie ze standardową praktyką przemysłową krzywa składa się z następujących faz: ustawienie wstępne, faza wzrostu temperatury, fazy wygrzewania i faza kontrolowanego schładzania. Ta kontrolowana metoda gwarantuje najlepsze wyniki bez uszczerbku dla jakości gotowego produktu. Przydatnym narzędziem Kraft do bieżącej kontroli jakości jest system VaporWare. System VaporWare to urządzenie rejestrujące dane, które może zapisywać i przechowywać wszystkie cykle dojrzewania w formacie PDF. Tworzone są dwie kopie wykresu, jedna w odpornym na manipulację formacie PDF, zwykle dla klienta końcowego, i jeden edytowalny plik, który zwykle jest do użytku wewnętrznego producenta.



Namioty zmniejszają zapotrzebowanie na robociznę, umożliwiając szybkie przykrycie dwóch elementów betonowych w drugiej fazie pielęgnacji parą.

Rozsuwane namioty

Rozsuwane namioty okazały się idealnym rozwiązaniem, odpowiednio przystosowanym zarówno do użytku wewnątrz, jak i na zewnątrz, oferując możliwość szybkiego demontażu i przeniesienia. Poza równą betonową posadzką, ich konstrukcja nie wymaga żadnych specjalnych fundamentów. Jest to elastyczna opcja dla klienta, gdyż namioty można łatwo przenosić lub demontować w celu przebudowy obszaru betonowania na potrzeby innych projektów. Inteligentna składowa konstrukcja pozwala na przykrycie dwóch przeznaczonych do pielęgnacji elementów betonowych w ciągu zaledwie pięciu



Generator pary w wersji kontenerowej, z systemem uzdatniania wody.

minut. Ocynkowana stalowa konstrukcja i powlekany winylem materiał PVC zapewniają długą żywotność w gorącym, wilgotnym środowisku dojrzewania.

Generator pary w wersji kontenerowej

Głównym elementem systemu pielęgnacji betonu jest niskociśnieniowy generator pary KC 80-VS. Opalany gazem ziemnym generator pary o mocy 2 400 kWh i zmiennej prędkości został dostarczony w wersji wstępnie zmontowanej w 20-calowym kontenerze transportowym. Chociaż w tym projekcie jako źródło paliwa wybrano gaz ziemny, możliwe jest również zastosowanie propanu. Kontener służy za bezpieczne i bezpyłowe pomieszczenie dla generatora i osprzętu. Kontener ma izolację akustyczną z wełny mineralnej i jest wyposażony w oświetlenie, gniazdka elektryczne, wentylację, zestaw do uzdatniania wody oraz ogrzewanie elektryczne i termostat do ochrony przed mrozem. W przypadku firmy Sateba, kontener został umieszczony poza głównym obszarem betonowania, chociaż niektórzy klienci decydują się na montaż kontenera

w hali. Kontener ma otwory umożliwiające podłączenie do niego przewodów doprowadzających gaz, wodę, parę wodną oraz kabla zasilającego. Wszystkie systemy mogą zostać dokładnie przetestowane w zakładzie firmy Kraft przed wysyłką do klienta. ■

WIĘCEJ INFORMACJI

SATEBA UK

Sateba UK
Littlewell Lane
Stanton-by-Dale, Ilkeston
Derbyshire, DE7 4QW, Wielka Brytania
www.sateba.uk

KRAFT CURING

CONCRETE CURING SOLUTIONS · MADE IN GERMANY

Kraft Curing Systems GmbH
Mühlenberg 2
49699 Lindern, Niemcy
T +49 5957 96120
info@kraftcuring.com, www.kraftcuring.com



Dzięki firmie **Kraft Curing** wszyscy czytelnicy ZBI mogą bezpłatnie pobrać niniejszy artykuł w formacie pdf. Można to zrobić wchodząc na stronę www.cpi-worldwide.com/channels/kraft_curing, którą można również otworzyć w smartfonie skanując kod QR.



COMBiLiFT
LIFTING INNOVATION

BEZPIECZEŃSTWO PRZECHOWYWANIE WYDAJNOŚĆ

Bezpieczniej i wydajniej zarządzaj produktami betonowymi na mniejszej przestrzeni dzięki rozwiązaniom przeładunkowym Combilift.

- Bezpieczniejsza obsługa produktów
- Zoptymalizowana przestrzeń produkcyjna
- Zwiększona pojemność magazynowa
- Zwiększona produktywność i wydajność
- Większe zyski